

SUPPORT DEVICE FOR PREDICTION OF ABNORMALITY

Publication number: JP1265311

Publication date: 1989-10-23

Inventor: YOKU YURIO; IIDA HIROSHI; MATSUMOTO HIROSHI;
ABE MICHIO; AOYANAGI KAZUHARU; SANO ISAMU

Applicant: HITACHI LTD; TOKYO ELECTRIC POWER CO

Classification:

- international: **G05B23/02; G06Q10/00; G05B23/02; G06Q10/00;**
(IPC1-7): G05B23/02; G06F15/20

- European:

Application number: JP19880094949 19880418

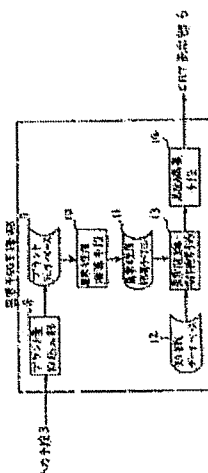
Priority number(s): .JP19880094949 19880418

[Report a data error here](#)

Abstract of JP1265311

PURPOSE: To ensure the safe operation of a plant by grasping the abnormality at its symptom stage and inferring the estimated influence of the abnormality to display the inferred influence together with the operating guidance given to prevent the abnormality.

CONSTITUTION: The estimated influence of the abnormality is inferred by a means 13 based on the operation degree of abnormality and the rule contained in a knowledge data base 12. Then the means 13 retrieves the operating guidance to prevent the abnormality. While a means 14 edits and displays the result of said inference and the operating guidance. Then the factor, i.e., the symptom of the abnormality not the abnormality already occurred is previously grasped and analyzed. At the same time, the estimated influence of the abnormality is inferred based on the degree of the abnormality and the rule in the base 12. This inferred influence of the abnormality is displayed together with the operating guidance which prevents the abnormality. Thus it is possible to perform the optimum operation without producing the abnormality of a plant.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-265311

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)10月23日

G 05 B 23/02

X-7429-5H

R-7429-5H

G 06 F 15/20

F-7230-5B 審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑭ 発明の名称 異常予知支援装置

⑮ 特 願 昭63-94949

⑯ 出 願 昭63(1988)4月18日

⑰ 発 明 者 浴 百 合 雄 茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内

⑰ 発 明 者 飯 田 宏 茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内

⑰ 発 明 者 松 本 弘 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑰ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑰ 出 願 人 東京電力株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

⑰ 代 理 人 弁理士 鶴 沼 辰 之 外1名

最終頁に続く

明 細 書

が、

1. 発明の名称

異常予知支援装置

当該演算に用いる関数を圧縮する手段を備えたことを特徴とする異常予知支援装置。

2. 特許請求の範囲

3. 特許請求の範囲第1項において、

1. プラントから取り込んだプラント量を表すデータを記憶するプラントデータベースと、

前記各異常要因の異常の程度を演算する手段が、

異常予知支援のために各異常要因の因果関係と異常の程度に応じた操作ガイダンスとをルール形で記憶する知識データベースと、

当該演算に用いる関数の上限をカットする手段を備えたことを特徴とする異常予知支援装置。

前記プラントデータに基づき各異常要因の異常の程度を演算する手段と、

4. 特許請求の範囲第1項において、

前記各異常要因の異常の程度を演算する手段が、

演算された異常の程度と前記知識データベース内のルールとに基づき予測される異常波及を推論し当該異常を未然に防止するための操作ガイダンスを検索する手段と、

当該演算に用いる関数の肩部の変化を縮小する手段を備えたことを特徴とする異常予知支援装置。

前記推論結果と操作ガイダンスとを編集し表示する手段と

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

からなる異常予知支援装置。

本発明は、異常予知支援装置に係り、特に、発電プラント等において、プロセス量から将来起こるおそれがある異常を予測し、適切な予防策を講ずるのに好適な異常予知支援装置に関するもので

2. 特許請求の範囲第1項において、

前記各異常要因の異常の程度を演算する手段

ある。

〔従来の技術〕

発電等のプラントは、年々大容量化・複雑化しており、運転の信頼性向上が極めて重要な課題になつてきている。特に大規模プラントで異常が発生した場合、測定される種々のプラント量やアラームの生起状態から、異常原因を確実に把握し、その状態に対応した適切な判断・操作を行なう必要がある。従来は、経験豊富な運転員がこれらの判断・操作を行なっていたが、システムの複雑化が急速で、対応がだんだん困難になつてきている。

〔発明が解決しようとする課題〕

このような状況に対して、アラームが出た原因の解析システムが開発され実用化されつつある。警報解析の機能は、異常が発生した場合の異常要因または異常波及経路の把握機能と、それに対応する操作ガイダンスの表示機能とからなるのが一般的である。

なお、この種の従来技術として関連するものには、特開昭60-14303号、特開昭57-707号、特

開昭62-49408号等がある。

これらはいずれも、生じてしまった異常について解析するものであり、積極的な予防の考え方はなかつた。

上記従来技術は、異常が発生した場合、運転員の判断・操作を支援する手段として重要であるが、さらに一歩進んで、異常発生を事前に予知予報できれば、異常が現実を生ずる前に何らかの予防処置がとれ、プラント運転上、好ましい結果が得られると考えられる。

本発明の目的は、異常が発生する兆候としての要因を事前に把握し、異常の発生を事前に予知可能な異常予知支援装置を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、上記目的を達成するために、プラントから取り込んだプラント量を表すデータを記憶するプラントデータベースと、異常予知支援のために各異常要因の因果関係と異常の程度に応じた操作ガイダンスとをルールの形で記憶する知識データベースと、前記プラントデータに基づき各異

常要因の異常の程度を演算する手段と、演算された異常の程度と前記知識データベース内のルールとに基づき予測される異常波及を推論し当該異常を未然に防止するための操作ガイダンスを検索する手段と、前記推論結果と操作ガイダンスとを編集し表示する手段とからなる異常予知支援装置を提案するものである。

前記各異常要因の異常の程度を演算する手段は、当該演算に用いる関数を圧縮する手段を備えることができる。

また、当該演算に用いる関数の上限をカットする手段でもよい。

さらに、当該演算に用いる関数の肩部の変化を縮小する手段とすることも可能である。

〔作用〕

本発明においては、発生してしまった異常ではなく、異常につながる兆候としての要因を事前に把握して解析し、その異常の程度と知識ベース内のルールとに基づき予測される異常波及を推論し、その異常を未然に防止するための操作ガイダンス

と併せて表示するので、プラントに異常を招くことなく、最適に運転でき、運転の信頼度が大幅に向上する。

〔実施例〕

第1図～第7図を参照して、本発明の一実施例を説明する。

第1図は本発明による異常予知支援装置の一実施例の構成を示すブロック図である。図において、1はプラント、2はプロセス量を取込むためのプロセス入力装置、3は他の装置、4はこの他の装置3を介してプロセス量を取込むための伝送路、5は中央処理装置、6は演算結果を表示するCRT等の表示装置、7は中央処理装置5内の異常予知支援部である。

異常予知支援部7の内部構成を第2図に示す。図において、8はプラント量取込み部、9は取込んだプラントデータを記憶するプラントデータベース、10はプラントデータに基づき要因の異常の程度を演算する手段、11はその演算結果を格納するテーブル、12は異常予知用の知識を予め

記憶する知識データベース、13は異常程度の演算結果と知識データベースの知識とにより将来発生が予想される異常を推論し、それに対処するための操作を検索する手段、14は推論結果と操作ガイダンスとを併せて編集し見やすい画面を構成する手段である。

第3図は、タービン振動要因を例として、異常予知用知識データベースの構造を示す系統図である。

本例は、最終的に「振動大」の異常が発生するための個々の異常要因の因果関係を示している。すなわち、復水器排気室温度高または蒸気条件急変でケーシング熱的変形が発生する可能性がある。ケーシング熱的変形または復水器真空度異常でロータアライメント不良が発生する可能性がある。ロータアライメント不良または回転部と静止部との接触で振動大の異常が発生する可能性がある。これらの要因の因果関係は、知識としてプロダクションルール（IF～，THEN～。）の形式で記憶されている。

$$C_6 = \text{Max} (0.9, 0.6) = 0.9$$

で示される。

確信度の計算方法は種々あり、

$$0.9 + 0.6 - 0.9 \times 0.6 = 0.96$$

とする方法もある。

第4図(B)は、ロータアライメント不良の場合を示している。振動振幅Aの変化率 dA/dt が $\alpha < (dA/dt) < \beta$ 、振動の位相 θ の変化率 $d\theta/dt$ が $\gamma < (d\theta/dt)$ で、振動大が発生するとき、やはりあいまい関数 f_1, f_2, f_3 を導入したものである。このロータアライメント不良の場合は、内部要因のAND条件で確信度を求める。それぞれのあいまい関数値を0.5, 1.0, 0.7とすると、これらの関数値のAND演算の結果は、一般的に最小値を採用するのが自然である。したがって、ロータアライメント不良の確信度は、

$$C_1 = \text{Min} (0.5, 1.0, 0.7) = 0.5$$

で示される。

確信度の計算方法は種々あり、

異常（例えば振動大）の予知においては、推論結果が、個々の要因（例えば復水器排気室温度高、蒸気条件急変など）の異常の程度に依存するので、これらの異常の程度（「確信度」といい、第3図では $C_1 \sim C_6$ で表わしてある。）を計算する必要がある。

確信度を計算するための関数関係の例を第4図に示す。同図(A)は、異常要因が蒸気条件急変の場合を示している。主蒸気温度 T_{ms} 、再熱蒸気温度 T_{rs} の変化率 dT_{ms}/dt 、 dT_{rs}/dt に、あいまい関数 f_{10}, f_{11} ($0.0 \leq f_{10}, f_{11} \leq 1.0$)を導入し、各々の変化率の値に対して異常の程度を計算する。本例では、主蒸気温度変化率の異常の程度は0.9であることを示している。蒸気条件急変の確信度は、各々の要因のOR条件で示されている。 dT_{ms}/dt 、 dT_{rs}/dt のあいまい関数値をそれぞれ0.9, 0.6とした場合、これらあいまい関数値のOR演算の結果は、一般的に最大値を採用するのが自然である。したがって、蒸気条件急変の確信度は、

$$0.5 \times 1.0 \times 0.7 = 0.35$$

とする方法もある。

第2図の異常程度演算手段10は、蒸気条件急変が発生し、ケーシング熱的変形が0.9の確信度で生ずることを計算するとともに、ロータアライメント不良が発生し、振動大が0.5の確信度で生ずることを計算する。

第4図の関数関係は、パラメータが大きくなると、関数値が必ず1.0となり、その異常が生ずることを前提としている。しかし、現実には、パラメータが大きくなっても、その異常が生じない場合もある。そこで、本発明では、要因に応じて、第5図のように関数関係自体を変更する手段を備えることができる。第5図(A)は関数全体を圧縮する方式、第5図(B)は上限をカットする方式、第5図(C)は関数の立上りを滑らかにする方式（本明細書では、「肩部縮小」という。）等が考えられる。

第4図と第5図のいずれの関数関係も、第6図に示したあいまい関数を用いない場合と比べて、

より現実に近い計算結果が得られる。

次に、異常予知の推論方法について説明する。各異常要因は、異常程度演算手段 10 でサイクリックに計算されており、0.0～1.0 の範囲にある。確信度が小さい値の場合でも全ルートの推論処理を実行するのは、効率が悪いので、所定値以上になったものだけ、推論処理を行なうようにしてもよい。例えば、蒸気条件が急変し、C₀ が所定値（例えば 0.7）を越えたとすると、蒸気条件急変→ケーシング熱的変形→ロータアライメント不良→振動大と推論する。

一方、異常が予知された場合の対応操作を示す操作ガイダンスは、ルール形式で知識データベースに格納されている。操作ガイダンスは異常波及の程度により異なるので、例えば蒸気条件急変の確信度が大きく、ケーシング熱的変形とロータアライメント不良との確信度が小さい場合は、「蒸気条件急変注意」などのガイダンスを出し、ケーシング熱的変形の確信度も大きくなった場合は、「蒸気温度保持」などのガイダンスを段階的に出

すルールにしてある。

異常発生予知とそれに対処するための操作ガイダンスとの表示例を第 7 図に示す。この例は、蒸気条件が急変し、それに伴うケーシング熱的変形も異常レベルとなり、振動大の異常が予知され、操作ガイダンスとして、主蒸気温度保持を表示する場合である。

〔発明の効果〕

本発明によれば、異常を兆候の段階で把握し、予測される異常波及を推論し、その異常を未然に防止するための操作ガイダンスと併せて表示できるので、プラントを安全に運転できる。

4. 図面の簡単な説明

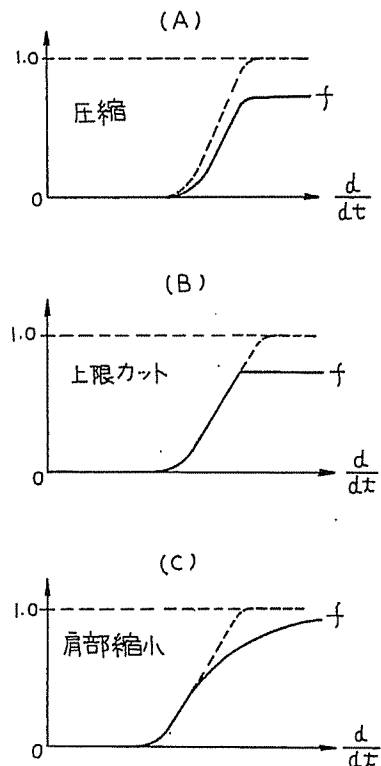
第 1 図は本発明による異常予知支援装置の一実施例の構成を示すブロック図、第 2 図は第 1 図装置の異常予知支援部の構成を示すブロック図、第 3 図は異常予知用知識データベースの構造の一例を示す図、第 4 図は確信度の関数関係の例を示す図、第 5 図は確信度の最大値が 100% にならない現象を表す関数関係の例を示す図、第 6 図はあ

いまい関数を使用しない場合の関数関係を示す図、第 7 図は異常発生予知とその場合の操作ガイダンスとの表示例を示す図である。

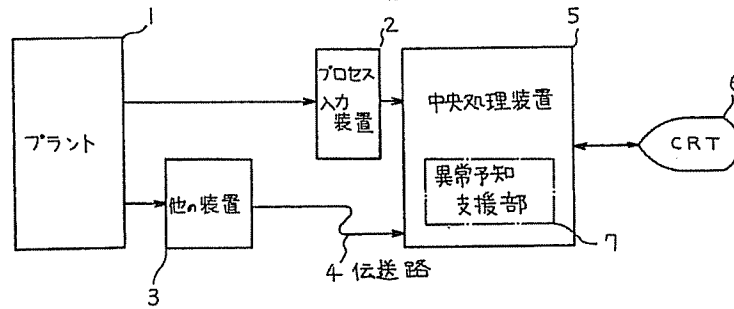
1…プラント、2…プロセス入力装置、3…他の装置、4…伝送路、5…中央処理装置、6…CRT、7…異常予知支援部、8…プラント量取込み部、9…プラントデータベース、10…異常程度演算手段、11…異常程度結果テーブル、12…知識データベース、13…異常推論・操作検索手段、14…画面編集手段。

代理人 弁理士 鶴沼辰之

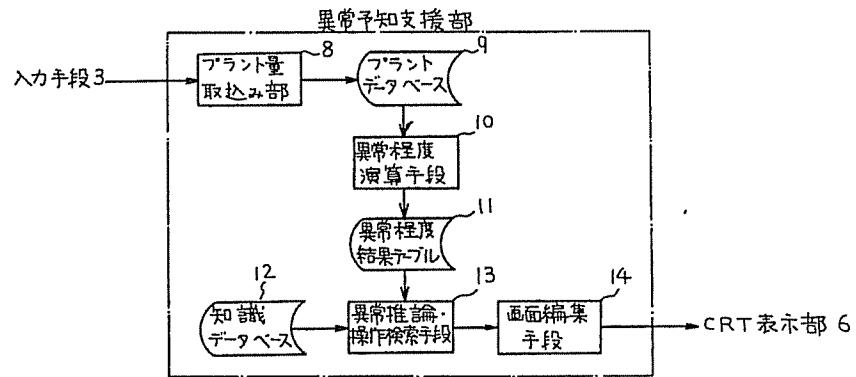
第 5 図



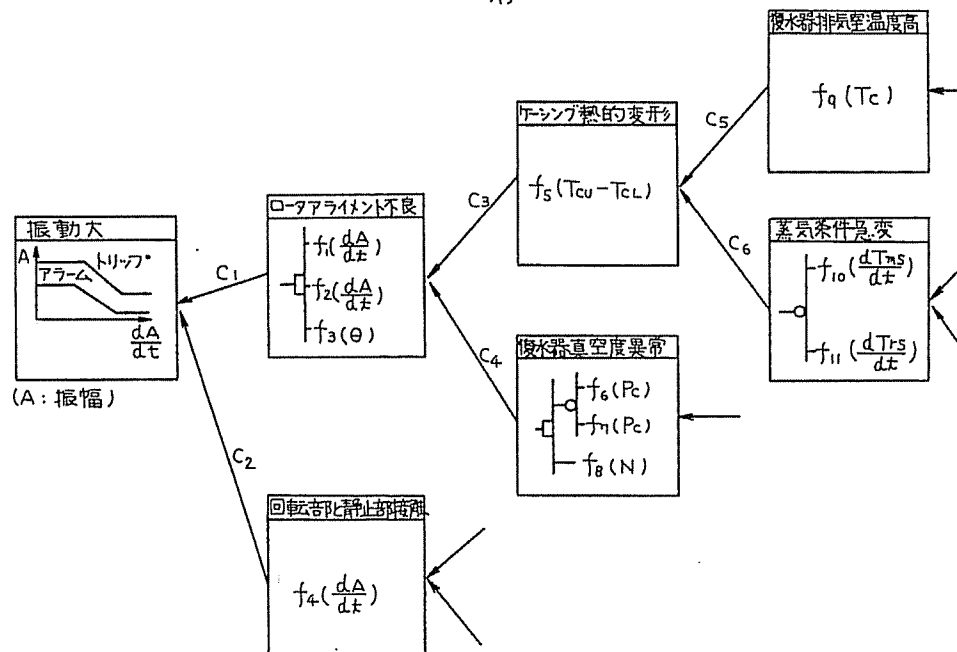
第 1 図



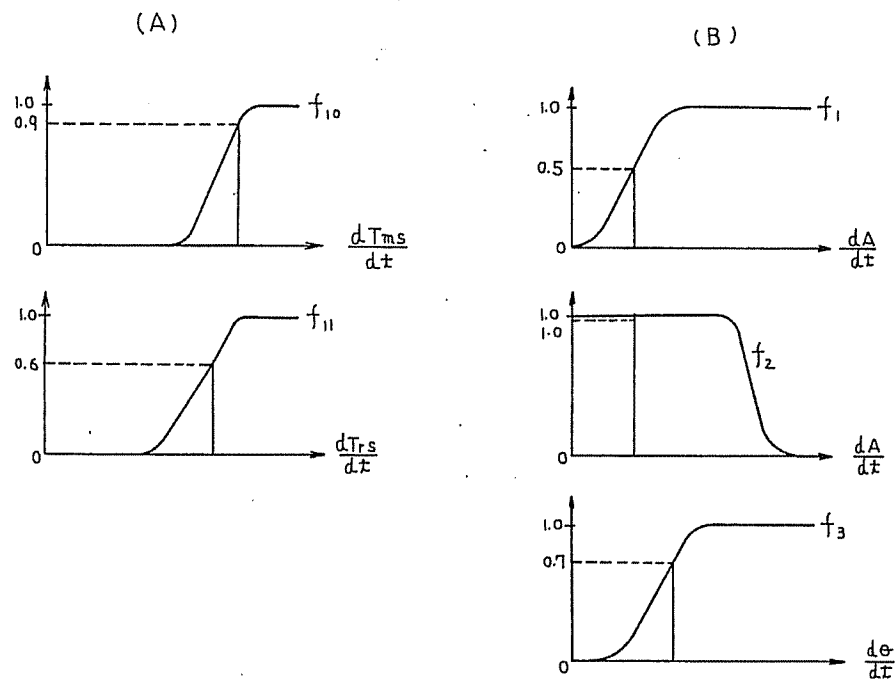
第 2 図



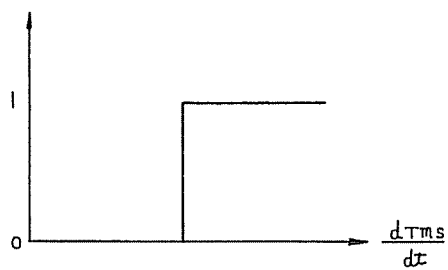
第 3 図



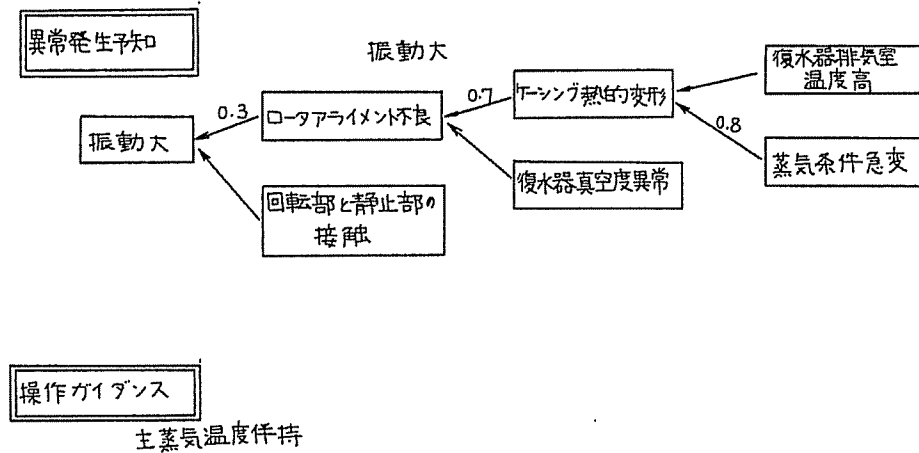
第 4 図



第 6 図



第 7 図



第 1 頁の続き

⑦発 明 者	阿 部	倫 夫	茨城県日立市幸町 3 丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立工場内
⑦発 明 者	青 柳	和 治	東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内
⑦発 明 者	佐 野	勇	東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内